

ANALISIS DERET WAKTU CURAH HUJAN UNTUK MENGAJI PERUBAHAN IKLIM DI DAERAH TANGKAPAN AIR PROPINSI LAMPUNG

*Time Series analysis of Rainfall to Study Climate Change
in Watershed Area, Lampung Province*

Tumiar Katarina Manik

Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro 1 Bandar Lampung 35145
ritamanik@unila.ac.id

ABSTRACT

One important climate factor for tropical area is rainfall. Changes in rainfall pattern will cause numerous problems especially in agricultural activities. Rainfall pattern could also lead to either flood or drought; problems which will not only affect agricultural activities but also socio-economic situation of broad community. Therefore, study of local climate variability focusing on rainfall related to the global warming is important. Time series analysis (correlogram and periodogram) of daily rainfall was chosen to investigate the phenomena of global warming in local scale. Data (1974-2004) was collected from Sumberjaya, Air Hitam and Fajar Bulan; three stations located inside one of the important watershed in Lampung Province. From the collelogram, in general daily rainfall in this upland and forest area shows independency up to the year of 1990. No seasonal pattern could be an indicator that rains in this area are controlled more by local topography and land cover condition then by larger scale of climate system such as monsoon. After 1990 there were some weak sign of seasonal pattern. This could be interpreted as a sign that larger climate system started influence the local rainfall and as the global warming increases, it could be predicted that local rainfall pattern will be controlled more by the larger climate system. The periodogram shows that rainfall in this area has weak annual periodic. Data from Sumberjaya on 1990-1994 and 1999-2006 showed that annual periodic were getting stronger; a sign that larger climate system started dominating the area.

Key words: correlogram, Lampung Province, periodogram, rainfall pattern, time series

PENDAHULUAN

Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yang penting. Curah hujan sangat penting terutama dalam masyarakat petani karena perubahan iklim menjadi lebih basah atau lebih kering mengakibatkan hal yang serius secara sosial maupun ekonomi. Karena itu mempelajari pola curah hujan merupakan hal yang banyak dilakukan dalam kajian perilaku iklim di suatu wilayah khususnya di daerah Tropis.

Pemanasan global yang ditandai dengan kenaikan suhu permukaan tanah dan laut secara global dengan berbagai akibatnya telah menjadi topik pembicaraan yang serius di berbagai kalangan dan lapisan. Untuk daerah Tropis, diduga salah satu akibatnya berkaitan dengan pola curah hujan yaitu kacaunya periode musim hujan dan musim kemarau sehingga pola tanam dan estimasi produksi pertanian, serta persediaan pangan, menjadi sulit diprediksi secara baik.

Akibat yang lain yang juga berkaitan dengan curah hujan adalah makin sering terjadinya hujan dengan intensitas yang tinggi karena makin banyaknya uap air yang tersedia di atmosfer sehingga peluang terjadinya banjir juga meningkat banjir terutama di daerah lintang tinggi dan daerah Tropis basah sementara di daerah yang sudah kering di Sub-tropis justru semakin kering (Neelin 2009). Banjir dan kekeringan keduanya mengakibatkan banyak persoalan yang tidak hanya terkait pada pertanian tetapi masyarakat secara luas.

Efek dari pemanasan global terhadap kondisi lokal bukan hal yang mudah untuk dihubungkan; seringkali hal ini merupakan dugaan saja. Perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global telah dipelajari sebagian besar melalui model sirkulasi global dan iklim regional (Chou *et al.* 2006). Sebagian dari hasilnya bermanfaat untuk mempelajari iklim lokal seperti curah hujan tahunan dan jalur taifun di wilayah monsoon Asia, tetapi model itu kurang dapat secara akurat menangkap pola curah hujan dalam jangka pendek dan dalam skala DAS. Pertanyaan ini adalah dasar dari studi ini dan curah hujan sebagai unsur iklim yang penting diambil sebagai bahan dari analisa untuk melihat apakah terdapat perubahan dalam polanya dalam rangkaian 30 tahun.

Beberapa penelitian berkaitan dengan melihat dampak pemanasan global terhadap keragaman curah hujan lokal telah dilakukan di beberapa tempat, seperti di Mongolia (Sato, Kimura, Kitoh 2005) yang menunjukkan penurunan presipitasi di bagian utara Mongolia dan peningkatan di bagian selatan. Sedangkan penelitian oleh Higashi, Dairaku, Matsuura (2005) di DAS Sungai Tama, Tokyo menunjukkan bahwa resiko terjadinya banjir akan meningkat akibat pemanasan global; karena diperkirakan keluaran air meningkat 10 -26%.

Analisa *deret waktu* curah hujan adalah salah satu cara untuk melihat keragaman iklim karena analisa ini memberikan informasi tentang apakah terdapat *trend*, siklus atau fluktuasi disekitar nilai rata-rata jangka panjang. Analisa deret waktu juga merupakan alat yang penting untuk pemodelan dan prediksi. Analisa keragaman iklim dengan metode analisa deret waktu pada data curah hujan telah banyak dilakukan; seperti keragaman curah hujan jangka panjang di Ethiopia (Osman dan Sauerborn 2002) yang menunjukkan kecenderungan curah hujan menurun selama abad 20. Analisa deret waktu curah hujan juga telah dilakukan pada data curah hujan Indonesia (Sipayung, Nurzaman, Hermawan 2003) dan hasilnya menunjukkan bahwa puncak curah hujan Indonesia sebagian besar didominasi oleh *annual oscillation* dan terdapat juga daerah-daerah yang didominasi oleh *semi annual oscillation* dan fenomena ENSO.

Beberapa bagian dari analisa deret waktu dilakukan pada data curah hujan Sumberjaya, Fajar Bulan dan Air Hitam, Lampung Barat untuk mempelajari keragaman iklim yang terjadi dalam selang waktu 30 tahunan. Lokasi tersebut dipilih karena terletak di salah satu DAS penting di Propinsi Lampung yaitu DAS Way Besai. Pada DAS ini terdapat PLTA Way Besai

yang memasok sebagian kebutuhan listrik Propinsi Lampung. Sebagai pembanding dilakukan juga analisa curah hujan Tegineneng yang berada di dataran rendah Lampung Tengah.

METODE

Data

Data yang digunakan adalah data curah hujan harian dari 3 stasiun pengamat hujan di Kabupaten Lampung Barat yang merupakan wilayah daerah tangkapan air Propinsi Lampung yaitu Sumberjaya (1977-2006), Fajar Bulan (1977-1994) dan Air Hitam (1977-1994) ketiganya berada di dalam DAS Way Besai.

Data curah hujan dan evapotranspirasi juga didapat dari stasiun Klimatologi Pertanian, Masgar, Lampung Tengah (1999-2006).

Metode

Data yang tersedia dibagi menjadi periode-periode dengan selang waktu 5 tahun untuk melihat kemungkinan terdapatnya perubahan pola curah hujan. Analisa deret waktu yang digunakan meliputi: korelogram dan periodogram

Korelogram

Pola musiman dari suatu deret waktu dapat dipelajari menggunakan korelogram. Korelogram memberikan gambaran grafik dari fungsi autokorelasi dengan cara memplot satu seri dari koefisien autokorelasi terhadap keteringgalan waktu (time lag) yang berurutan.

Konsep autokorelasi sama dengan konsep dalam metode analisis regresi biasa antara satu data deret waktu terhadap deret waktu yang sama dengan $lag(k)$ Grafik autokorelasi terhadap lag nya disebut korelogram.

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2}$$

Periodogram

Data deret waktu dapat dinyatakan sebagai deret fourier yang merupakan fungsi harmonis sehingga dengan membangun fungsi spektrum kuasanya periodogram data dapat ditentukan. Fungsi spektrum kuasa atas frekuensinya dinamakan periodogram.

$$S(f) = \frac{\Delta}{n} \left(\left(\sum_{t=-n}^{n-1} x_t \cos(2\pi f t \Delta) \right)^2 + \left(\sum_{t=-n}^{n-1} x_t \sin(2\pi f t \Delta) \right)^2 \right)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

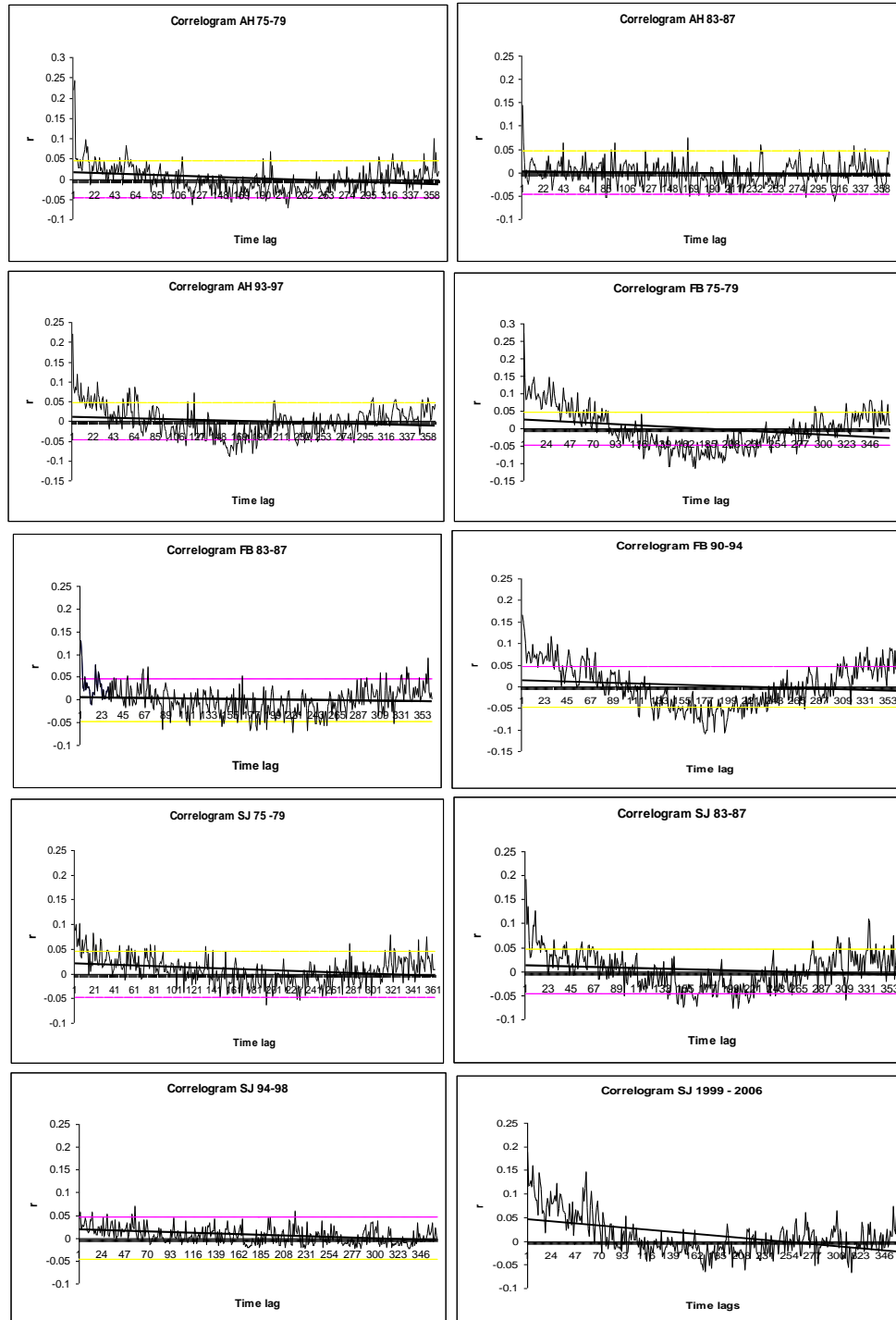
Korelogram dari Air Hitam (1975-1979; 1983-1987; 1993-1997), Fajar Bulan (1975-1979; 1983-1987; 1990-1994) dan Sumberjaya (1975-1979; 1983-1987; 1994-1998; 1999-2006) (Gambar 1). Secara umum dapat dikatakan bahwa curah hujan harian bersifat bebas terhadap lainnya (independen) karena nilai koefisien korelasinya rendah ($r < 0.25$). Curah hujan akan menunjukkan sifat ketergantungan (dependen) jika data yang dianalisa curah hujan total bulanan. Pemilihan data curah hujan harian dalam analisa ini dimaksudkan untuk mempelajari pola hujan dengan data asal tanpa pengolahan dasar apapun seperti menjadikan nilai rata-rata atau akumulasi, meskipun akan terjadi kemungkinan data tidak akurat oleh karena kondisi di lapang, seperti kondisi penakar hujan dan lingkungan sekitar penakar hujan.

Nilai koefisien korelasi yang rendah dan tidak asimtotis menunjukkan bahwa data curah hujan harian untuk lokasi di dataran tinggi bagian ujung dari rangkaian Pegunungan Bukit Barisan ini tidak dapat diduga berdasarkan hari hujan sebelumnya, tidak juga terdapat pola musiman. Hal ini dapat merupakan indikasi bahwa pengaruh topografis/kondisi lokal lebih menentukan pola curah hujan daerah ini daripada pengaruh sistem iklim dalam skala yang lebih besar seperti monsoon yang biasanya ditunjukkan dengan adanya pola musiman/siklus..

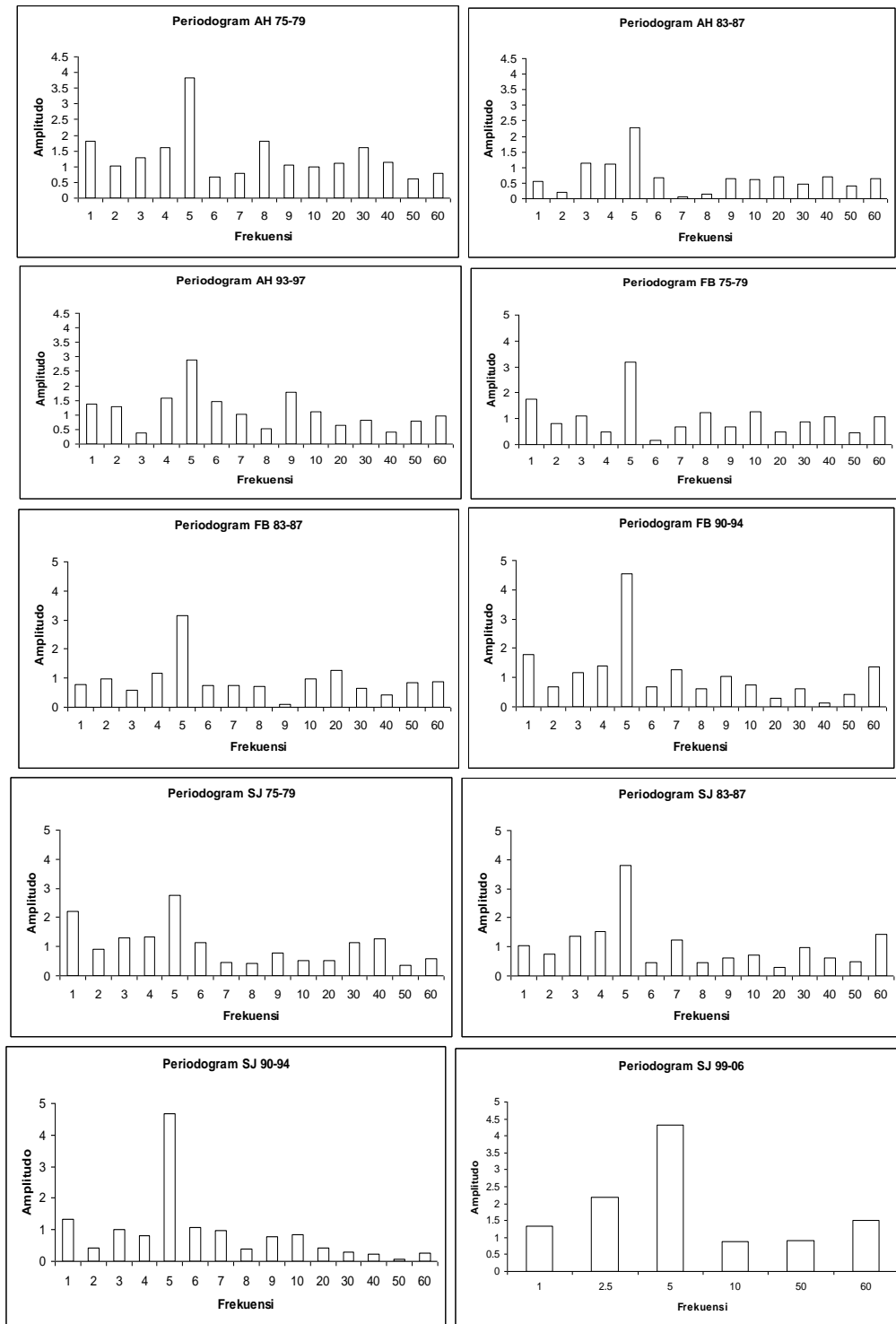
Perubahan kecil terlihat pada data dari Air Hitam (1993-1997) yang mulai menunjukkan gejala periodik meskipun masih tidak nyata; Fajar Bulan (1990-1994) menunjukkan gejala periodik yang semakin terlihat dibandingkan Fajar Bulan (1975-1979) dan Sumberjaya (1999-2006) yang sampai *time lag* 40 menunjukkan pola ketergantungan. Perubahan kecil ini dapat menjadi indikator bahwa sistem iklim skala regional mulai lebih berpengaruh daripada topografi lokal dan kedepan jika pemanasan global meningkat pengaruh sistem iklim regional akan mendominasi keragaman curah hujan di daerah sumber air Propinsi Lampung.

Periodogram dari lokasi yang sama dan pada periode tahun yang sama juga terdapat pada Gambar 2. Secara umum frekuensi yang memiliki amplitudo lebih tinggi dibanding lainnya adalah frekuensi ke 5. Dengan rangkaian data 5 tahunan, maka frekuensi ke 5 berarti periode 1 tahunan. Secara umum tergambar bahwa meski terdapat gejala periode tahunan dari data curah hujan harian di DAS Sumberjaya tetapi tidak kuat. Tidak adanya periodik lain dengan dominansi yang kuat dan konsisten kembali menunjukkan pengaruh lokal lebih berperan dalam keragaman curah hujan di wilayah ini dibandingkan pengaruh sistem iklim regional. Sipayung et.al. (2003) mendapatkan bahwa secara umum ada empat pola oskilasi yang mempengaruhi puncak hujan di Indonesia yaitu Semi-Annual Oscillation (SAO), Annual Oscillation (AO), Quasi-Biennial Oscillation (QBO) dan El-Nino/Southern Oscillation (ENSO) masing-masing dengan periode 5-7

bulan, 10-14 bulan, 22-32 bulan dan 40-66 bulan. Dengan demikian hanya ada pola oskilasi tahunan di wilayah ini dengan kekuatan yang lemah.



Gambar 1 Korelogram curah hujan di tiga lokasi dalam DAS Sumberjaya, Lampung Barat pada periode 5 tahunan selama 20 tahunan



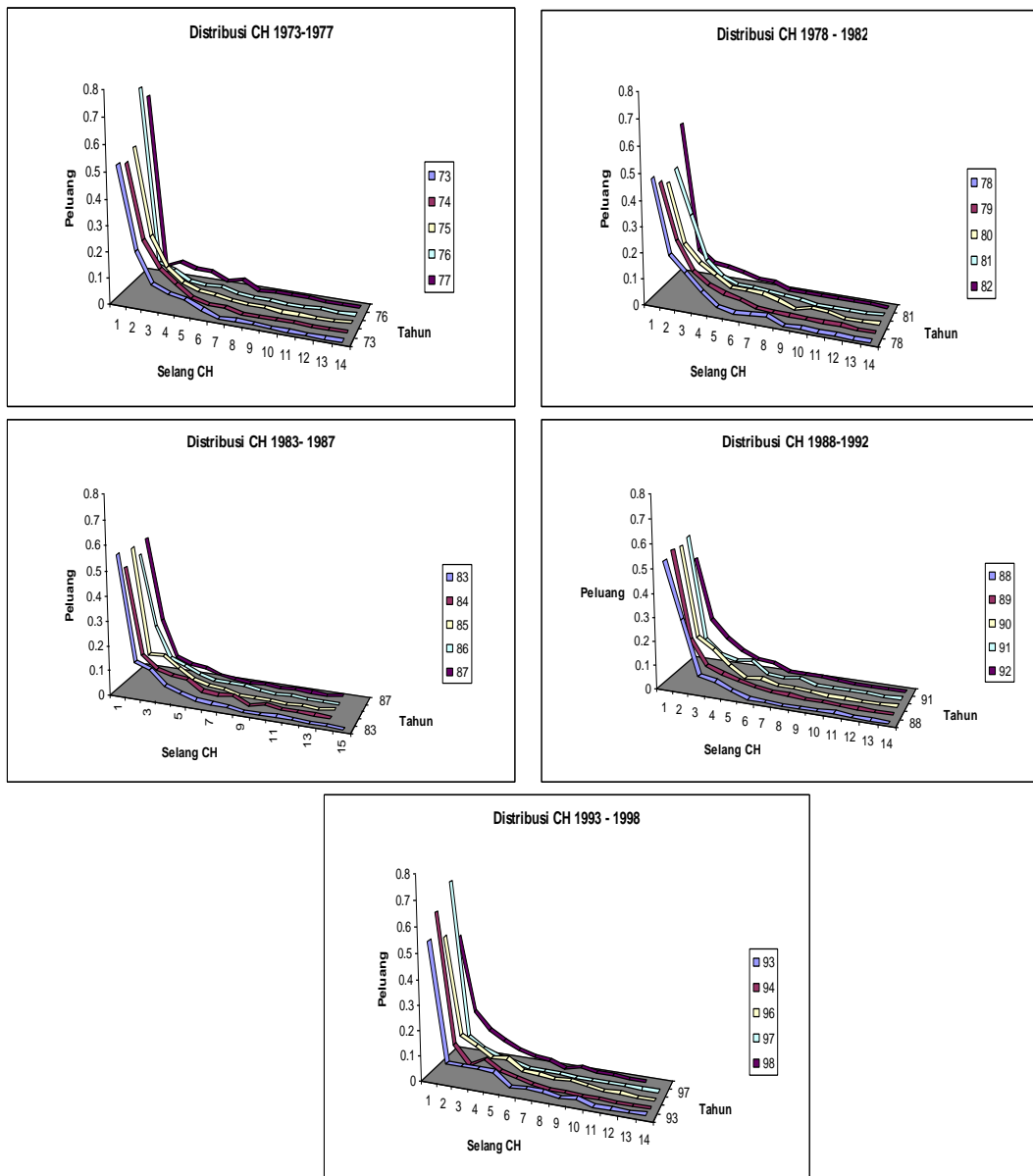
Gambar 2 Periodogram curah hujan di tiga lokasi dalam DAS Sumberjaya, Lampung Barat pada periode 5 tahunan selama 20 tahunan

Perubahan keragaman curah hujan agak terlihat untuk data Sumberjaya; periodik dengan frekuensi tahunan semakin lama semakin menguat. Data 1975-1979 tidak semua periodik lemah, data 1983-1987 dan 1990-1994 periodik tahunan mulai terlihat mendominasi kemudian juga terdapat periodik setengah tahunan (musim) dalam data 1999-2006. Dugaan bahwa sistem iklim dengan skala besar mulai mempengaruhi wilayah ini didukung dalam analisa periodogram curah hujan ini.

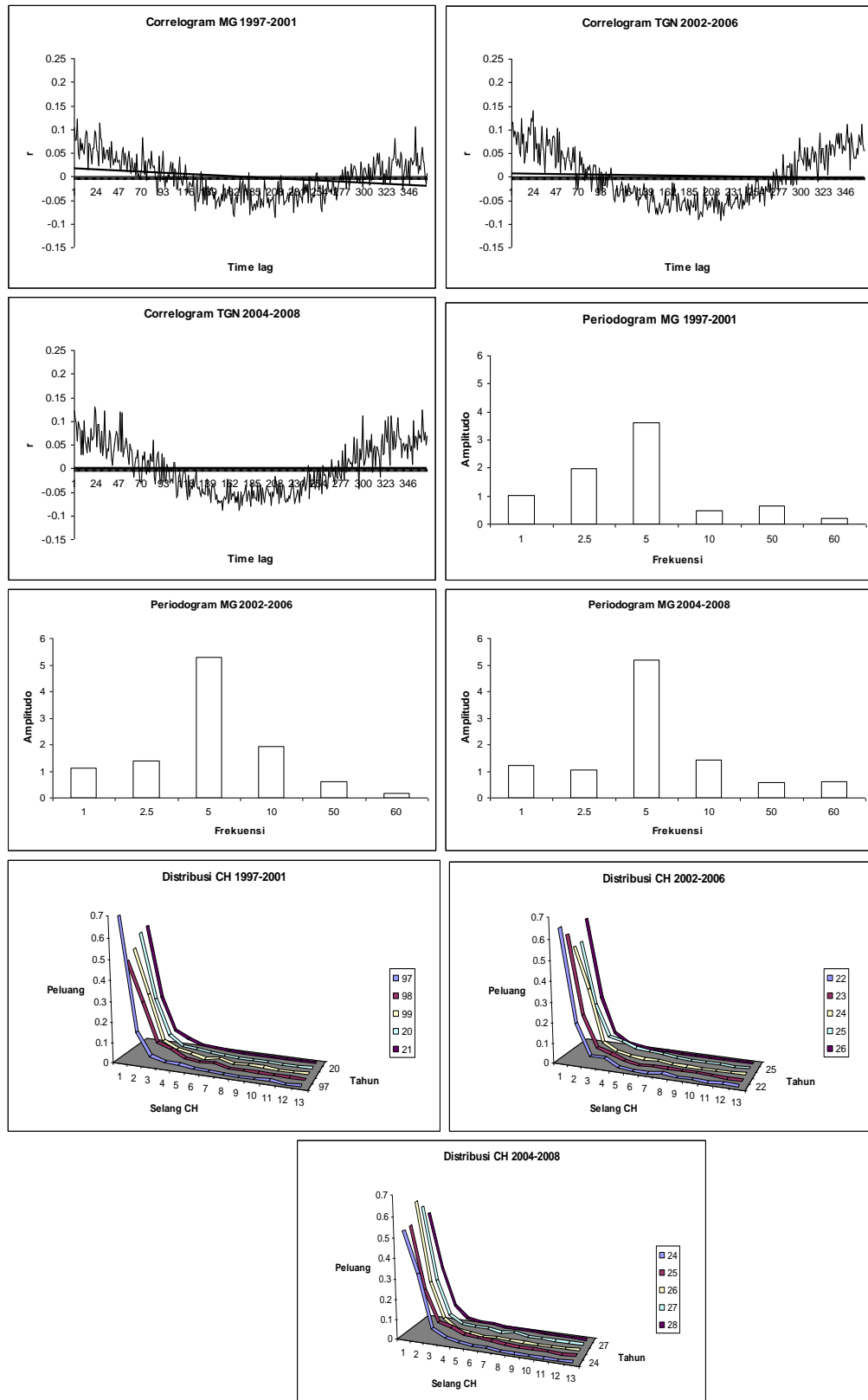
Distribusi curah hujan Sumberjaya untuk periode waktu yang sama menunjukkan bahwa peluang curah hujan yang tinggi terjadi untuk curah hujan pada selang pertama (untuk Sumberjaya adalah hujan antara 0 - 10 mm/hari) dan hari tanpa hujan berkisar 168 – 232 hari/tahun (Gambar 3). Hal ini berarti intensitas hujan/hari cukup tinggi tetapi hujan tidak tersebar merata, seperti juga analisa diatas yang menunjukkan independensi curah hujan harian. Semua gejala ini menunjukkan pengaruh lokal yang masih mendominasi curah hujan setempat. Apakah makin kuatnya pengaruh global akan membuat hari tanpa hujan menjadi lebih banyak sementara saat hari hujan, hujan akan turun dengan intensitas tinggi merupakan hal yang perlu untuk diteliti. Intensitas hujan yang tinggi juga akan membahayakan daerah ini yang selama ini telah dikenal sebagai daerah rawan longsor. Pengaruh lokal juga dikuatkan akan makin melemah dengan pembukaan hutan untuk penanaman kopi yang terjadi di tahun 1990 an sehingga hanya menyisakan areal hutan sebanyak 12% dari luas hutan semula.

Dibandingkan daerah hulu (daerah tangkapan air) daerah hilir lebih memiliki pola yang tegas. Gambar 4 adalah rangkuman korelogram, periodogram dan fungsi peluang distribusi hujan dari Masgar, suatu wilayah di dataran rendah Lampung Tengah. Pola siklus terlihat pada korelogram meskipun dengan nilai r yang rendah (umum untuk data curah hujan harian) menunjukkan curah hujan memiliki keterkaitan dengan curah hujan sebelumnya. Curah hujan yang lebih saling bergantung menunjukkan adanya pengaruh sistem iklim yang lebih besar daripada sekedar pengaruh lokal. Tidak tersedianya data untuk periode tahun 1970an membuat tidak dapat dilakukan analisa perbandingan apakah telah terjadi perubahan keragaman curah hujan.

Periodogram menunjukkan periode tahunan yang makin kuat dan lebih kuat daripada di daerah hulu menunjukkan hujan di wilayah ini ditentukan oleh pola musim yang diatur oleh sistem iklim skala regional (osilasi anual). Efek dari pemanasan global yang mempengaruhi sistem iklim regional diperkirakan akan langsung mempengaruhi keragaman curah hujan di wilayah ini. Dengan distribusi hujan yang lebih didominasi curah hujan rendah, hari tanpa hujan 200-255 hari/tahun, total curah hujan yang lebih rendah daripada daerah hulu dan laju evapotranspirasi yang akan meningkat jika suhu udara meningkat dikuatkan kekeringan akan menjadi masalah dikemudian hari.



Gambar 3 Peluang distribusi curah hujan Sumberjaya selama 20 tahunan



Gambar 4 Korelogram, periodogram dan peluang distribusi hujan, Masgar, Lampung Tengah 1997-2008

KESIMPULAN

Hasil analisa deret waktu untuk data curah hujan di daerah tangkapan air Propinsi Lampung menunjukkan bahwa pemanasan global yang mempengaruhi sistem iklim skala besar (regional) sudah mulai menutupi pengaruh lokal terhadap keragaman curah hujan di Air Hitam, Fajar Bulan dan Sumberjaya, Lampung Barat. Periodesitas curah hujan yang menunjukkan siklus tahunan juga sudah mulai terlihat dibandingkan tahun 1970an dimana tidak terdapat periode curah hujan yang dominan.

DAFTAR PUSTAKA

- Sato, Kimura, Kitoh. 2005. Projection Of Global Warming Onto Regional Precipitation Over Mongolia Using a Regional Climate Model. *Journal of Hydrologi*.....
- Sipayung, Berliana S, Hariaadi TE, Nurzaman A, Hermawan E. 2003. The spectrum analysis of rainfall in. Indonesia. *Indonesian Journal of Physics* (14):3.
- Higashi, Dairaku, Matsuura Higashi, Dairaku, Matsuura. 2005. Impact of Global Warming on Heavy Precipitation Frequency and Flood Risk.
- Osman Mahdi and Petra Sauerborn. 2002. A Preliminary Assessment of Characteristics and Long-term Variability of Rainfall in Ethiopia - Basis for Sustainable Land Use and Resource Management. Proceeding of Conference of International Agriculture research for Development. Witzhausen, October 9-11, 2002
- Naill PE, Momani M. 2009. Time series analysis model for rainfall data in jordan: case study for using time series analysis. *American Journal of Environmental Sciences* 5 (5): 599-604.